

Diseño y implementación de una plataforma de análisis de mercado de criptodivisas

Alejandro Marcos Gutierrez

Resumen—En este trabajo se ha desarrollado una plataforma capaz de hacer un análisis de mercado a partir de diferentes técnicas conocidas. La plataforma será capaz de emular una técnica en un tiempo pasado dando como resultado la efectividad de ésta. Esta técnica podrá ser totalmente creada por el usuario mismos a partir de los indicadores bursátiles más usados y unos criterios de compra que evaluarán estos indicadores y decidirán cuándo realizar una acción de compra o venta. Todos los indicadores serán totalmente configurables manualmente o de forma automática a partir de un algoritmo de inteligencia artificial, el Simulated Annealing, que determinará cuáles son los parámetros más adecuados en función de la moneda y el mercado que queramos operar.

Palabras Claves—Criptomonedas, análisis de mercado, criptodivisas, técnicas, indicadores, simulated annealing, criterios de compra, exchange, inteligencia artificial, Backtesting

Abstract— In this work we have developed a platform capable of making a market analysis from different known techniques. The platform will be able to emulate a technique in a past time resulting in its effectiveness. This technique can be totally created by the user themselves based on the most used indicators, and purchasing criteria that will evaluate these indicators and decide when to make a purchase or sale action. All the indicators will be fully configurable manually or automatically from an artificial intelligence algorithm, the Simulated Annealing, which will determine which are the most appropriate parameters depending on the currency and the market that we want to operate

Index Terms— Cryptocurrency, market analysis, techniques, indicators, simulated annealing, purchase criteria, exchange, artificial intelligence, backtesting

————— □ —————

1 INTRODUCCIÓN

A

tualmente, las criptomonedas han generado un gran impacto en nuestra sociedad. Mucha gente ha intentado introducirse en este mundo y muchas de ellas lo han hecho sin éxito, de tal manera que no se han obtenido las ganancias esperadas. Gran parte de este fracaso es debido a un gran desconocimiento sobre las criptodivisas.

Toda esta problemática ha sido para mi una de las motivaciones para la creación de una herramienta capaz de definir técnicas aplicables a este mercado permitiendo hacer un completo análisis, además de simulaciones de comportamiento y introducir técnicas inteligentes para aprender automáticamente los mejores parámetros.

El objetivo principal de la herramienta será el análisis del mercado evaluando el comportamiento de nuestras técnicas y el beneficio esperado para posteriormente poder utilizarlo en un mercado en tiempo real.

Esta herramienta ha sido desarrollada en un entorno web, con la posibilidad de ser totalmente gestionada por

usuarios independientes que les permitirá la creación de técnicas.

Las técnicas estarán compuestas a partir de varios indicadores bursátiles junto a sus criterios de acción en función de los resultados de estos indicadores, es decir, sus criterios de compra y de venta.

Un indicador bursátil es una herramienta que estudia el mercado en el periodo que se le haya definido para devolvernos un resultado que será interpretado de forma distinta en función de lo que realice cada indicador. Estos indicadores suelen ser utilizados comúnmente en el mercado de divisas y nosotros lo integraremos al mercado de criptodivisas.

Nuestra herramienta integra un gran conjunto de indicadores bursátiles estándares tales como: *Bollinger bands (BB)*, *Relative Strength Index (RSI)*, *Stochastic RSI (StochRSI)*, *Triple Exponentially Smoothed Average (TRIX)*, *Simple Moving Average (SMA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, *Exponential Moving Average (EMA)*, *Moving Average Convergence Divergence (MACD)*.

Estos Indicadores serán totalmente configurables por el usuario o podrán ser configuradas de forma automática a partir de la propia herramienta, ya que evaluará de forma inteligente datos reales que hayan pasado y obtendrá los parámetros con el beneficio óptimo que deberían haber sido configurados para ese intervalo de tiempo.

Actualmente la herramienta cuenta con la posibilidad de estudiar 5 pares de criptomonedas: eth-btc, steem-btc, trx-btc, iota-btc, bnb-btc. Todas estas monedas suelen proceder de un proyecto prometedor donde si quieres contribuir en el, puedes comprar las monedas o tokens que ofrecen.

Btc, también conocido como **Bitcoin**, es un protocolo y red P2P que se utiliza como criptomoneda, sistema de pago y mercancía. Cuando hablamos de **eth**, nos referimos a **Ethereum**, una plataforma open source, descentralizada que permite la creación de acuerdos de contratos inteligentes entre pares, basada en el modelo blockchain. Las siglas **Steem** provienen de **steemit**, es un sitio web de redes sociales y blogs que utiliza su plataforma de recompensas para editores, steem y steem dólar son las recompensas que da estas plataformas. **Trx** son las siglas de **TRON**, es un proyecto de protocolo descentralizado basado en blockchain que pretende ser una plataforma de distribución de contenido para la industria del entretenimiento digital.

Iota es una tecnología de contabilidad distribuida de código abierto, cuyo objetivo es permitir el intercambio de información y valor entre máquinas en el Internet de las Cosas. Una de las principales innovaciones de IOTA radica en que, en vez de la tradicional Blockchain, utiliza una arquitectura basada en un concepto matemático llamado **Gráfico Acíclico Dirigido (DAG)** [1]. Y por último **bnb**, son las siglas del conocidísimo exchange de criptomonedas **Binance** [2], el cual aporta su propia moneda para poder intercambiarlas por otras dentro de su exchange.

Así pues, se trabajan con pares de criptomonedas aunque estas monedas tienen un valor propio que son evaluadas a partir de otra criptomoneda consagrada y muy conocida como es el **bitcoin**, de esta manera, cuando se quiere saber el valor de estas monedas no tan conocidas lo que se suele hacer es mirar cuanta cantidad de bitcoin obtendremos si se vendiese en un momento determinado. Posteriormente el cambio de bitcoin a euro o dólar es más fácil de realizar con lo que obtendremos el valor en nuestra moneda. Para facilitar todo el mecanismo, hablaremos en todo momento de los pares de monedas mencionados anteriormente.

2 TRABAJOS PREVIOS

En esta sección analizamos herramientas ya existentes similares a la nuestra, son softwares que permiten realizar trading (negociar y/o especular en los mercados de criptomonedas con el objetivo de obtener rentabilidades) de forma automática usando diferentes *exchange* (plataforma web en el que puedes comprar, vender o cambiar criptomonedas por otra moneda digital o dinero fiduciario) de una manera fácil y sencilla, de manera ininterrumpida, 24 horas al día y 7 días a la semana.

Hemos estudiado los softwares existentes y hemos visto

que los principales son: GunBot, ProfitTrailer, Kryll.io y Gimmer. Después de estudiarlos a todos hemos resumido sus pros y contras en la siguiente tabla.

Nombre	Ventajas	Desventajas
GunBot [3]	Asegura que bien configurado puede generar un 1% de beneficios diario lo que refiere a un 30% mensual. Configurador de estrategias Soporte de la comunidad	Solo tiene 4 estrategias definidas Multiplataforma a desktop Tiene un coste caro No tiene backtesting para probar las estrategias
ProfitTrailer [4]	Aplicación web Configurador de estrategias	No tiene notificaciones de compra y venta No tiene para hacer backtesting
Kryll.io [5]	Permite Diseño de técnicas Aplicación Web Tiene Tiene backtesting	Esta en fase alpha, no funcional
Gimmer [6]	Permite Diseño de técnicas Aplicación Multiplataforma Desktop Tiene Backtesting	Esta en fase alpha, no funcional

Tabla 1 - Comparación con otras plataformas

A partir del análisis que hemos realizado a las diferentes herramientas de este sector hemos llegado a la conclusión de que una aplicación de estas características debería tener las siguientes funcionalidades:

- Diseño de técnicas totalmente personalizables
- Multitud de indicadores configurables de forma manual o automática
- Ser Multiplataforma
- Dar notificaciones de compra y venta
- Definir los criterios de compra y venta de forma sencilla
- Simular las técnicas en un intervalo de tiempo real para comprobar la eficacia que podría tener.
- Poder garantizar alrededor de 1% beneficio diario.

Es por ello que nuestro propósito es poder garantizar estas características principales a los usuarios finales.

3 METODOLOGÍA

3.1 Tecnología

La aplicación se realizará mediante el stack tecnológico MEAN. Es un conjunto de subsistemas de software para el desarrollo de aplicaciones, y páginas web dinámicas, que están basadas, cada una de estas en el popular lenguaje de programación conocido como JavaScript. Gracias a esta característica el conjunto se integra exitosamente en una plataforma auto-suficiente.

Está formado por 4 componentes: **Mongo** [7], **Express.js** [8], **Angular** [9], **Node** [10]

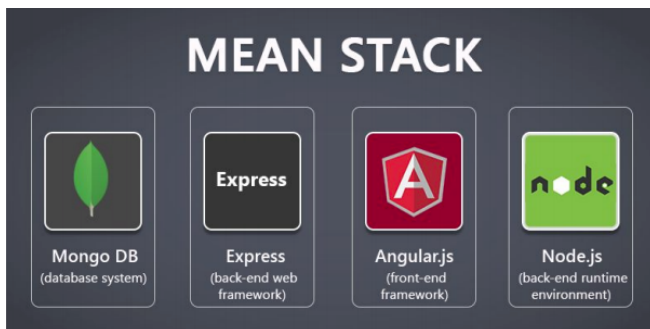


Imagen 1- Stack tecnológico de la aplicación

Este *stack* tecnológico (imagen 1) abarca la realización de la interfaz del usuario (Front End), y la realización del Core de la aplicación, formada por la parte servidor (Back End) y la parte de almacenaje de datos (Base de datos).

- La parte de Front End se realiza mediante AngularJS [9].
- La parte *Backend* se realiza mediante Node [10] y Express.js [8].
- La parte de Base de datos se realiza mediante Mongo [7].

Se ha escogido este *Stack* Tecnológico ya que permite mantener el mismo lenguaje de programación, javascript, tanto en la parte *frontend*, como en la parte *backend* con lo que no requiere el aprendizaje de un nuevo lenguaje de programación. Además, todas las herramientas son gratuitas y con un gran soporte por parte de la comunidad, éste ha sido un gran motivo de peso por el que nos hemos decantado por este *Stack*.

3.2 Diseño de la plataforma

Para desarrollar la aplicación de una forma eficiente, se ha diseñado la aplicación a partir de 4 módulos (imagen 2) y que explicamos seguidamente.

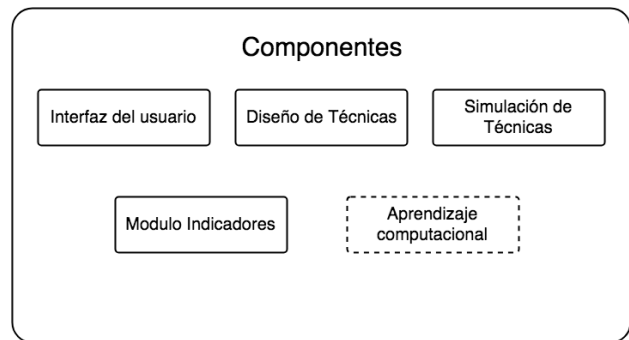


Imagen 2 - Módulos que componen la aplicación

3.2.1 Interfaz de usuario

La interfaz será web, utilizando los lenguajes HTML, Javascript y Sass [11]. Se utilizará el *framework* Angular [9] 5 para desarrollar la aplicación. Este *framework* permite crear aplicaciones de una sola página (SPA) con un patrón de diseño MVC.

3.2.2 Diseño de Técnicas

Este módulo será el Core de la aplicación y se encargará de implementar las técnicas que toman la decisión de todas las acciones en el mercado.

Las técnicas son los procedimientos que nos permiten tomar decisiones de compra o venta a partir de combinar operadores lógicos sobre un conjunto de criterios. Los criterios son operadores aritméticos aplicados sobre indicadores numéricos que serán la base para las reglas de acción de las técnicas. El resultado de aplicar una técnica sobre un conjunto de indicadores junto a sus criterios nos proporcionará una señal de entrada o salida del mercado, esto es una operación de compra o venta en el mercado. En el apéndice XXX podemos ver en más detalle cómo se definen los indicadores, las técnicas y los criterios de acción.

3.2.3 Simulación de Técnicas

Este módulo tiene como objetivo poder evaluar las técnicas que se han diseñado o las que ya vienen predefinidas.

Este módulo estará formado por dos partes.

1. La parte de guardar los datos para la simulación.
2. La parte de la simulación de estos datos con una estrategia determinada.

Para la primera parte del módulo obtendremos los datos a partir de un **exchange** de referencia, para tener unos datos reales con los que probar nuestras técnicas. Estos datos serán guardados en cada vez que el **par de monedas** cambie y serán alojados en nuestro servidor con tecnología **Elasticsearch**[12]. Este Servidor lo tenemos alojado de manera gratuita en **Amazon Web Services (AWS)** [13]. Por el momento guardaremos unas 5 monedas que serán suficientes y en un intervalo de tiempo máximo de 3 meses.

En cuanto a la parte de simulación, ésta se dedica a construir la simulación del comportamiento de una técnica que hayamos diseñado anteriormente y que se aplica sobre los datos reales que hemos guardado en el servidor.

3.2.4 Módulo de Indicadores

Tal como hemos comentado anteriormente los indicadores bursátiles son una herramienta que estudia el mercado en un periodo dado. Sirve para determinar el estado de un par monedas, visualizando subidas y bajadas, y reflejando la entrada o salida del mercado. Ver más en el apéndice A1.

Dado que nuestras técnicas se basarán en de un conjunto de indicadores, es necesario crear un módulo que recoja todos los indicadores posibles para desde técnicas simples a muy complejas.

3.2.5 Módulo de Aprendizaje computacional

El aprendizaje automático es el subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. De forma más concreta, se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos.

Es por ello que hemos querido implementar un pequeño módulo que aprenda sobre el mercado actual de las criptomonedas.

La técnica que se utiliza para poder realizar este módulo es un algoritmo simple de búsqueda local como el *simulated annealing* (SA) [14], este algoritmo será capaz de analizar en un intervalo de tiempo concreto cuáles serán los mejores parámetros de los indicadores que forman una técnica con el objetivo de maximizar los beneficios.

Una vez realizado el análisis mediante nuestro backtesting seremos capaces de implementar esta técnica con los parámetros óptimos para cualquier intervalo de tiempo o utilizarla en tiempo real.

RESULTADOS

Hemos podido desarrollar todos los módulos al completo teniendo como resultado una plataforma capaz de crear técnicas totalmente libres a partir de los indicadores que hay a disposición. A estas técnicas se les puede establecer unos criterios de actuación que deseemos y probarlas con nuestro backtesting, nuestra herramienta de simulación capaz de ayudarnos a determinar el comportamiento y la efectividad de nuestras técnicas.

A continuación, vamos a mostrar un ejemplo de cómo podemos utilizar nuestra herramienta y generar una simple técnica para utilizarla en nuestro primer experimento.

Primero de todo entramos en la sección de técnicas y crearemos una técnica. Una vez estamos dentro de la creación de la técnica, nos mostrará un formulario con el nombre, la descripción y el intervalo que queremos que trabaje nuestra técnica. Nosotros los rellenaremos con los

valores: Técnica de prueba como nombre, técnica para TFG como descripción y el intervalo del candlestick a un 1m (1 minuto). dando como resultado la imagen 5:

Imagen 3 – Creando una nueva técnica

Una vez completado, cambiaremos de pestaña a indicadores para poder añadirle un indicador a la técnica. en nuestro caso añadiremos el indicador de *Bollinger Bands* y sus parámetros por más usados por las personas, introduciremos los valores 21 para el periodo y 2 para la desviación estándar (Imagen 6).

Imagen 4 - Añadiendo y configurando un indicador a la técnica

Por último, cambiaremos a la pestaña de criterios para poder gestionar los criterios de compra en función del resultado de este indicador.

Para nuestro caso cuando este indicador nos devuelva un valor superior o igual a 1 intentaremos tomar la acción de vender si disponemos de activos y cuando el valor sea inferior o igual a 0, intentaremos comprar el activo que tengamos definido como máximo de compra en la tarea (Imagen 7).

Imagen 5- Añadir criterios de compra y venta a la técnica

Por último, guardamos y ya tendremos nuestra técnica definida para poder utilizarla en nuestro primer experimento.

Para los demás experimentos, no hemos utilizado la interfaz del usuario ya que creemos mucho más óptimo y automático hacerla a partir de distintas baterías de test automatizadas.

Experimento 1: Mejora de una técnica mediante backtesting de forma manual

Una vez hemos seguido los pasos anteriores y tenemos nuestra primera técnica creada, iremos al menú lateral y crearemos una tarea para poder analizarla y ver qué beneficios sería capaz de aportarnos en un tiempo pasado mediante el backtesting.

Una vez estamos en la sección de tarea, le daremos al botón de “nueva” para poder crearla (Imagen 8).

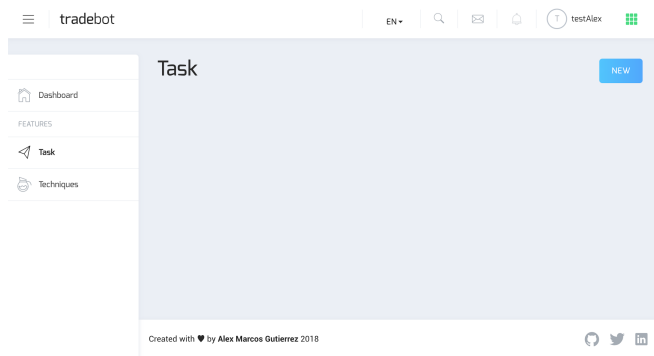


Imagen 6 – Pantalla de tareas

A continuación, rellenaremos el formulario que se nos muestra, el nombre y la descripción lo rellenaremos como queramos (Imagen 9), en nuestro caso lo rellenaremos como “Tarea TFG” y “Tarea para el documento de TFG” respectivamente.

Como técnica, escogeremos la que hemos creado anteriormente y el par de moneda el que nosotros deseemos, en nuestro caso, trx-btc.

Por último, introduciremos los valores de 0.3 en “stop loss”, un valor de 0.1 en “Max Buy”, que es el valor que podrá utilizar para cada operación como máximo y por último un valor de 2 en “Max Buy Total” que será la cantidad de moneda que queremos invertir.

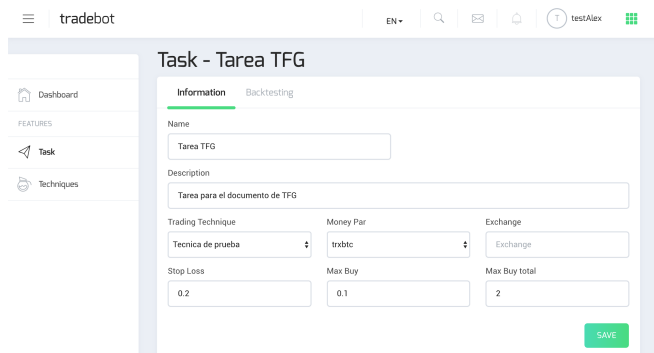


Imagen 7 - Añadiendo una nueva tarea

Una vez tengamos todo rellenado, guardaremos nuestra tarea y podremos pasar a la pestaña de backtesting para poder realizar el experimento.

Una vez estemos en esta pestaña, escogeremos el intervalo de tiempo que queramos, desde un día, hasta varios y esperamos a que nos devuelva el resultado de nuestra técnica.

En nuestro caso hemos escogido el intervalo de tiempo desde el inicio del día 23/05/2018 a 24/05/2018 y los resultados devueltos los podemos observar en la imagen 10.

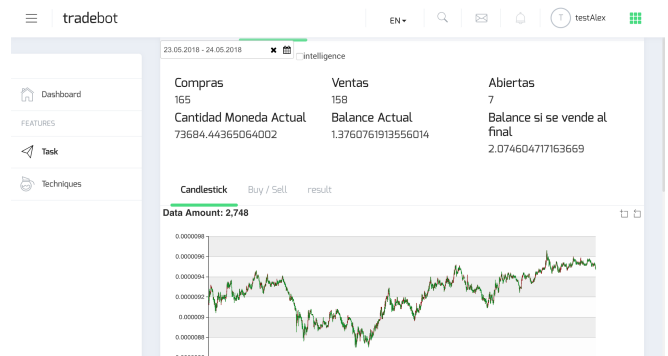


Imagen 8 - Resultados Backtesting

Además, si seguimos observando los resultados, podemos darnos cuenta que nos muestra una gráfica con las operaciones de compra en verde y de venta en azul con todo tipo de detalle (Imagen 11).



Imagen 9 - Grafica con compras y ventas de monedas

Ahora que ya tenemos el análisis de nuestra técnica en función de este día, podemos cambiar los parámetros de la propia técnica, desde los del indicador (Imagen 6), a los del criterio de compra (Imagen 7) y venta, los que usuarios quieran elegir y poder volver a ejecutar el backtesting sobre el mismo intervalo de tiempo para ver si optimizamos el valor.

En nuestro caso, el valor de referencia será el balance total si se vende al final del intervalo de tiempo ya que queremos ver el beneficio total sin tener ninguna operación abierta o moneda sin vender.

Actualmente tendríamos un beneficio de 2,07 en función de los 2 que hemos invertido en un inicio, lo que sería un beneficio de un 3,73% en 2 días, que no está nada mal.

Pero cambiando los parámetros, manualmente, hemos obtenido los resultados de la imagen 12.

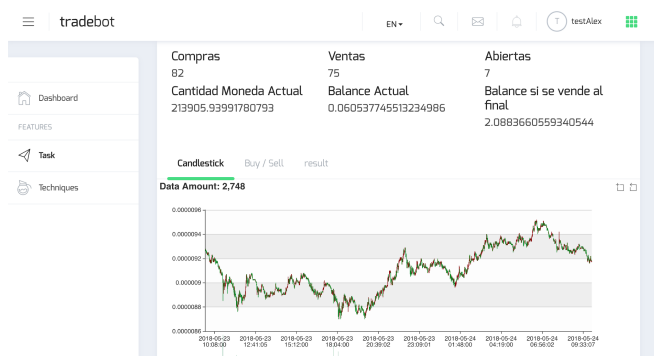


Imagen 10 - Backtesting con mejora de técnica

Para ello, hemos cambiado los siguientes parámetros:

- Periodo a 21.46628
- Desviación estándar a 2.9233
- En la tarea, maxBuy a 0.2903

Como podemos observar ahora el beneficio es casi de 2,09, lo que sería un 4,41% de beneficio.

Como conclusión podemos observar que hemos aumentado un 0,7% de beneficio respecto a la primera prueba, con lo que esta técnica se adaptará mucho mejor a una gráfica similar a la que acabamos de evaluar y nos aportará un mayor beneficio.

Experimento 2: El promedio de los parámetros aprendidos por *Simulated Annealing* en condiciones diversas tienden a los parámetros de la técnica usados habitualmente.

A continuación, se describe el experimento que hemos realizado para demostrar la idoneidad del algoritmo de *Simulated Annealing* para estimar parámetros óptimos de diferentes técnicas. Para ello primero demostramos que los parámetros estimados se aproximan a los parámetros utilizados habitualmente en los mercados reales, y en segundo lugar demostramos que los parámetros estimados mejoran los beneficios.

Para ello hemos realizado un conjunto de pruebas sobre un par de técnicas y sobre 4 pares de monedas distintos: iota-btc, trx-btc, eth-btc, steem-btc.

Ambas técnicas están compuesta por el mismo indicador, *Bollinger bands* (ver apéndice 2). Los parámetros de este indicador son 3: el periodo, la desviación estándar y la cantidad invertida por operación. Por defecto suelen tener el valor de 21, 2 y 0.1 respectivamente. La primera técnica estará compuesta por los parámetros por defecto y la segunda tendrá los parámetros estimados por el algoritmo simulated annealing.

El número de pruebas que se ha realizado para cada par de moneda ha sido de 32, correspondiendo a 32 periodos de tiempo distintos. De estos periodos, 20 han sido días enteros seleccionados aleatoriamente, y 12 han sido seleccionados manualmente de manera que se preservaba continuidad en los días en el tiempo.

Las 32 pruebas se han repetido para 4 monedas y para las 2 técnicas, dando un total de $32 \times 4 \times 2 = 256$ pruebas.

Una vez realizado el exhaustivo análisis de 256 muestras hemos plasmado el promedio de las 32 pruebas por par de moneda y a su vez, hemos hecho el promedio de los parámetros óptimos. El resultado lo podemos ver en la tabla 2:

Parámetros más usados			
Moneda	Periodo	Desviación Estándar	Máxima Compra por operación
Todas	21	2	0.1
Promedio de los parámetros SA			
Moneda	Periodo	Desviación Estándar	Máxima Compra por operación
IOTA-BTC	20,46	1,88	0,59
TRX-BTC	21,45	1,97	0,74
STEEM-BTC	19,75	2,06	0,94
ETH-BTC	20,17	1,90	0,39
Promedio	20,46	1,95	0,67

Tabla 2 - Tabla comparativa los resultados promedios de la configuración del indicador

Como podemos observar en la tabla 2, nuestro algoritmo de *Simulated annealing* es capaz de acercarse bastante a los parámetros por defecto que los usuarios suelen utilizar.

Al evaluar los datos podemos determinar que los parámetros de SA[14] optimizan el beneficio, ya que todas las pruebas han dado el mismo o un mayor beneficio que los parámetros por defecto.

Experimento 3: *Simulated Annealing* permite estimar parámetros que optimizan las ganancias de la técnica

A continuación, se describe un segundo experimento que hemos realizado para demostrar que podemos usar los parámetros estimados por *Simulated Annealing* en un día anterior para mejorar el rendimiento en el día siguiente. Para poder evaluar esta hipótesis comparamos los beneficios ganados día a día usando los parámetros aprendidos el día anterior, con respecto a los beneficios del uso de la técnica con los parámetros habituales. Además, en un segundo experimento, demostramos que acumulando los beneficios también mejoramos la técnica con parámetros habituales.

Para ello hemos realizado un conjunto de pruebas sobre un par de técnicas y sobre 4 pares de monedas distintos: iota-btc, trx-btc, eth-btc, steem-btc.

Ambas técnicas están compuestas por el mismo indicador, *Bollinger bands* (ver apéndice 2). Los parámetros de este indicador son 3: el periodo, la desviación estándar y la cantidad invertida por operación. Por defecto suelen tener el valor de 21, 2 y 0.1 respectivamente. La primera técnica estará compuesta por los parámetros por defecto y la segunda tendrá los

parámetros estimados por el algoritmo *simulated annealing* que irá aprendiendo.

El número de pruebas que se ha realizado para cada par de moneda ha sido de 4 intervalos de tiempo distintos. De estos intervalos, los 4 están compuestos de 7 días.

Las 4 pruebas se han repetido para 4 monedas y para las 2 técnicas, dando un total de 4 intervalos x 7 días x 4 monedas x 2 técnicas = 224 pruebas.

Una vez realizado el experimento hemos obtenidos los resultados diariamente de los intervalos evaluados como podemos observar en la tabla 4:

Resultado en las operaciones usando SA del día anterior respecto a los parámetros más usados.		
Beneficios	Total	Porcentaje
Mejora	75	67%
Igual	16	14%
Disminuye	21	19%

Tabla 3 - Mejoras de operaciones con SA [14] del día anterior respecto a los parametros por defecto

Estos resultados son la suma de los resultados de todas las monedas y en un total de 75 ocasiones hemos optimizado el beneficio si aplicamos los parámetros obtenidos por SA [14] del día anterior, en 21 ocasiones no optimizamos el beneficio y en 16 ocasiones obtenemos el mismo beneficio con ambas técnicas. Todo esto nos da a lugar de que en un 67% de ocasiones si evaluamos diariamente obtenemos mejores beneficios.

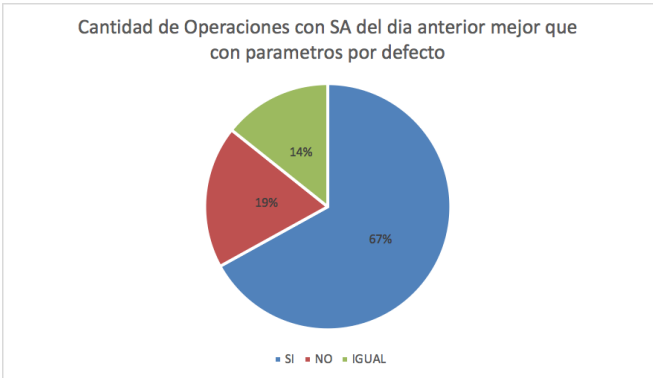


Imagen 11 - Grafico con las operaciones que mejoran el beneficio con parámetros obtenidos con SA [14]

también, cabe destacar que la máxima optimización diaria que hemos obtenido ha sido de un 15% mediante los parámetros de SA [14] frente a un 3% que hubiese ganado con los parámetros normales, es decir, hemos conseguido obtener un 12% de beneficio en una operación gracias a este método.

Frente a la negativa de esta estrategia de actualización de parámetros hemos de comentar que hemos obtenido unas pérdidas máximas de 9,38% con los parámetros más usados por usuarios frente a los 8.15% con los parámetros obtenidos con SA [14] para ese mismo. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que aún en las

pérdidas, hemos optimizado un 1,22%. Las máximas pérdidas que hemos obtenidos y que SA [14] no ha optimizado el beneficio ha sido de un total de 6,27%.

Por último, tenemos los resultados del experimento si tenemos en cuenta todo el intervalo de tiempo que hemos evaluado en cada prueba.

Como podremos observar en la siguiente tabla, se puede ver que obtenemos un beneficio bastante amplio:

Resultado en las operaciones usando SA del día anterior respecto a los parámetros más usados.		
Beneficios	Total	Porcentaje
Mejora	13	81%
Igual	3	19%
Disminuye	0	0%

Tabla 4 - Mejora de una técnica aprendiendo los parámetros del día anterior en un intervalo de tiempo

Como podemos observar (Tabla 6) en un total de 13 intervalos de tiempo totales frente una cantidad de 3 muestras obtenemos mejores beneficios con los parámetros actualizados diariamente automáticamente mediante SA [14] que con los parámetros más utilizados por los usuarios dándonos un muy elevado de un 81% de efectividad (Imagen 15).

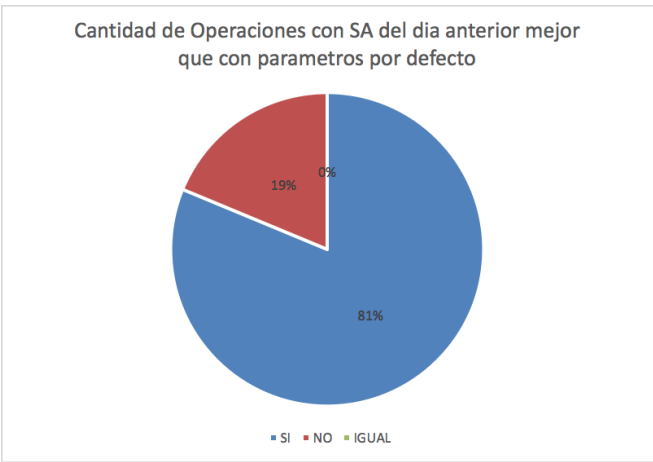


Imagen 12 - Grafico con la mejora de una técnica aprendiendo los parámetros del día anterior en un intervalo de tiempo

Como antes, hemos obtenido la máxima optimización del beneficio, pero en este caso sobre todo el intervalo de tiempo. El intervalo con mayor beneficio ha sido de un 42,55% con la actualización diaria de los parámetros mediante SA [14] frente a un 9,96% que hubiésemos utilizado todos los días los parámetros más usados por los usuarios. El intervalo con mayores pérdidas ha sido de un 10% con los parámetros por defecto, en cambio, con los parámetros actualizados diariamente mediante SA [14] se ha obtenido una pérdida de un 6%.

Como conclusión de este experimento podemos determinar que obtenemos ha salido satisfactorio ya que, en un porcentaje bastante elevado, en un intervalo de tiempo optimizamos beneficios e incluso en las pérdidas, optimizamos las pérdidas para que no sean mayores.

CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE CONTINUACIÓN

Hemos desarrollado una plataforma totalmente funcional capaz de generar técnicas y probarlas para poder determinar la efectividad de este si se utilizaran en un entorno real. Todo esto fácilmente para el usuario a partir de una interfaz totalmente amigable junto a un gran abanico de posibles configuraciones con poquísimas limitaciones.

Gracias a los experimentos hemos podido comprobar, que mediante nuestro módulo de aprendizaje computacional seríamos capaces de obtener unos parámetros aceptables para obtener un beneficio sin saber cómo funcionan.

A nivel personal, he podido aplicar algoritmos que he estudiado durante la carrera como el *simulated annealing*. He invertido un esfuerzo en intentar formalizar muchos conceptos con los que había experimentado pero que nunca había formalizado ni visto de manera abstracta y He aprendido que es necesaria una buena planificación, pero al mismo tiempo la necesidad de flexibilizar el plan de trabajo continuamente en función de los resultados.

Como trabajo futuro se implementará un nuevo módulo, tratará de poder utilizar estas técnicas en distintos Exchange en tiempo real.

Con esto conseguiremos cerrar el ciclo de intencionalidad que tiene esta plataforma ya que aparte de poder hacer análisis de mercado mediante técnicas, sería ideal poder utilizarlas y obtener beneficios sobre ellas.

También, será interesante la posibilidad de complementar el módulo de aprendizaje computacional con el aprendizaje de cuál sería el mejor criterio de compra en el intervalo de tiempo del que queramos que aprenda nuestra técnica, con esto, podremos ofrecer a los usuario la gestión de las técnicas totalmente automáticas y poder operar en los mercados de las criptomonedas sin tener ningún conocimiento sobre él.

Una vez se haya conseguido realizar la próxima etapa, se continuará con la liberación de la plataforma para que sea posible utilizarla por todos los usuarios que la quieran.

La forma de distribución está por determinar.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer este trabajo en una primera instancia a mi trabajo, TMTFactory ya que ha sido en todo momento comprensivo con mi situación sobre estudiar y trabajar dejándome tiempo y asesorándome en alguna parte del trabajo para la buena práctica y mejor realización del trabajo.

También, a la universidad autónoma, ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible, me aceptaron la propuesta del trabajo y confiaron en que iba a ser algo productivo, además de la formación que me han suministrado a lo largo de estos 4 años que ha sido crucial para algún módulo del trabajo.

Otra persona que también ha sido crucial para la realización del trabajo ha sido mi tutora, María Vanrell,

ya que ha estado siempre abierta a mis propuestas sobre el trabajo, asesorando y guiando en todo momento.

Por último, me gustaría mencionar a mi familia y amigos, ya que me han tenido que soportar durante 4 años mientras realizaba la carrera mis constantes quejas y mal humor debido al gran estrés que me ha estado generando.

REFERENCIAS

- [1] **DAG**, En ciencias de la computación y matemáticas un grafo acíclico dirigido o **DAG** (del inglés Directed Acyclic Graph), es un grafo dirigido que no tiene ciclos.
https://es.wikipedia.org/wiki/Grafo_acíclico_dirigido
- [2] Exchange **Binance**, Binance is a blockchain ecosystem comprised of Exchange. <http://www.binance.com>
- [3] **GuntBot**. software que le permite realizar trading de forma automática, se conecta a su cuenta de Exchange. <https://gunbot.trading>
- [4] **Profittrailer**. El bot inteligente de bitcoin. Te da la posibilidad de intercambiar usando diferentes exchanges de una manera rápida y fácil.
<https://profittrailer.com/es/>
- [5] **Kryll.io** is the first intuitive flow-based Crypto trading strategy definition platform. <https://kryll.io/>
- [6] **Gimmer**. is a crypto trading bot platform for Bitcoin and other cryptocurrencies. <https://gimmer.net/>
- [7] **Mongo**, es un sistema de base de datos NoSQL orientado a documentos.
<https://www.mongodb.com/>
- [8] **Express** is a minimal and flexible Node.js web application framework that provides a robust set of features for web and mobile applications.
<http://expressjs.com/>
- [9] **Angular** , es un framework de JavaScript de código abierto, mantenido por Google, que se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. <https://angular.io/>
- [10] **Node.js** es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor <https://nodejs.org/es/>
- [11] **Sass** is completely compatible with all versions of CSS. We take this compatibility seriously, so that you can seamlessly use any available CSS libraries.
<https://sass-lang.com/>
- [12] **Elasticsearch** es un servidor de búsqueda basado en Lucene. Provee un motor de búsqueda de texto

completo, distribuido y con capacidad de multi-tenencia con una interfaz web RESTful y con documentos JSON. <https://www.elastic.co/>

- [13] **AWS , Amazon web service** es una colección de servicios de computación en la nube pública (también llamados servicios web) que en conjunto forman una plataforma de computación en la nube <https://aws.amazon.com/es/>

- [14] **Simulated Annealing**, es un algoritmo de búsqueda meta-heurística para problemas de optimización global; el objetivo general de este tipo de algoritmos es encontrar una buena aproximación al valor óptimo de una función en un espacio de búsqueda grande. A este valor óptimo se lo denomina "óptimo global" https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_recocido_simulado

- [15] **CandleSticks**, grafico de velas , https://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1fico_de_velas

APÈNDIX

A1. CONCEPTOS BÁSICOS

Aquí Explicaremos los conceptos básicos que hemos utilizado en la aplicación.

Los indicadores técnicos son representaciones matemáticas, de la información que obtenemos del precio, movimiento y volumen, de cualquier producto. Con estas representaciones gráficas, lo que intentamos es **tomar una decisión acertada de la operación a realizar, entrar o salir del mercado.**

Con esa intención están creados los indicadores técnicos, para **indicarnos detalles que a simple vista no somos capaces de apreciar**, o resaltar otros que, por ser evidentes, podemos pasar por alto. Hay que destacar que cada indicador nos da una interpretación distinta de estos detalles ya que cada uno está diseñado para analizar un detalle concreto.

Tenemos indicadores de varios tipos como son:

- De momento
- De Volumen
- De Volatilidad
- De Tendencia y Osciladores
- De Seguidores de tendencias
- De Oscilación
- Etc...

Nuestros indicadores tendrán una distinta interpretación en función de los criterios (Ver Apéndice 2) que queramos introducirle.

Estos criterios definen el método de actuación que deben realizar los resultados que nos den los indicadores (Ver A2) que queramos poner en nuestras técnicas (Ver A3).

Estos criterios variaran en función del indicador al que queramos introducirlo.

La estructura general que tendrá estos criterios será de:

$$Criteria \rightarrow Term \wedge Operador \wedge Term$$

Operador: Suele ser los operadores comparadores que están disponibles según la técnica. Por norma general están incluidos siempre:

- Mayor que (>)
- Mayor que o igual (>=)
- Igual (=)
- Distinto (!=)
- Menor que (<)
- Menor que o igual (<=)

En un futuro se añadirá el operador **Cross**, que intentara evaluar si un término cruza a otro.

Term suele ser los términos que devuelven los indicadores, por ejemplo, el indicador *Bollinger Bands*, devuelve una media móvil llamada *Pb*, esto sería lo que evaluaría el criterio.

En el Segundo **Term**, podemos destacar que en función del indicador se le añade la opción de un valor personalizado, es decir, un número que queremos que tenga en cuenta sin tener nada que ver del indicador.

Con esta opción podemos montar criterios de acción como:

$$Pb \geq 5$$

o si dispusiéramos de varios term en función del indicador pudiéramos decir:

$$Pb \geq Pb2$$

Las técnicas son un conjunto de indicadores (ver apéndice 1) junto con sus propios criterios de acción (ver apéndice 2).

También, tiene la posibilidad de ser un conjunto de indicadores y técnicas para hacer una técnica de tipo compleja.

Estas técnicas tienen más configuración como por ejemplo el intervalo en el que queremos el grafico de velas [15] sobre las que va a operar y evaluar los indicadores.

A2. INDICADOR *BOLLINGER BANDS* (BB)

El indicador *Bollinger bands* está compuesto por tres curvas dibujadas en relación al precio. Estas tres curvas son la banda superior, la banda inferior y la banda media. La banda media es, por norma general, una media móvil simple y, por tanto, nos provee de información sobre la tendencia. A partir de la banda media se calculan las bandas superior e inferior mediante una desviación estándar. El intervalo entre las bandas superior e inferior nos da información sobre la volatilidad o actividad del mercado.